

## KAJIAN REMOVAL IMPURITIS GARAM RAKYAT DENGAN METODE REKRISTALISASI

**Ketut Sumada, Caecilia Puji Astuti, dan L Urip Widodo**

Jurusan Teknik Kimia

Universitas Pembangungan Nasional (UPN) “Veteran” Jawa Timur

email : [ketutaditya@yahoo.com](mailto:ketutaditya@yahoo.com)

### *Abstrak*

*Garam merupakan salah satu komoditas strategis mengingat garam dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pokok masyarakat dan industri. Kualitas garam rakyat sebagai bahan baku memiliki kualitas yang rendah dengan kadar NaCl < 85%, hal ini disebabkan masih tingginya kandungan impuritis-impuritis seperti magnesium chlorida ( $MgCl_2$ ), magnesium sulfat ( $MgSO_4$ ), kalsium chloride ( $CaCl_2$ ), kalsium sulfat ( $CaSO_4$ ) dan kalium chlorida (KCl) dalam produk garam.*

*Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan konsentrasi impuritis-impuritis dalam garam rakyat tersebut dengan metode “REKRISTALISASI”. Pada metode rekristalisasi ini dilakukan penambahan bahan kimia disodium phosphate ( $Na_2HPO_4$ ) dan barium karbonat ( $BaCO_3$ ). Penambahan bahan kimia tersebut dapat mengikat impurities-impuritis sehingga dihasilkan produk garam dengan kadar NaCl yang lebih tinggi.*

*Penelitian kajian peningkatan kualitas garam dengan metode rekristalisasi ini dilakukan dalam tangki berpengaduk dan proses kristalisasi dilakukan dengan proses pemanasan, variabel proses yang dilaksanakan yaitu konsentrasi disodium phosphate ( $Na_2HPO_4$ ) dan barium karbonat ( $BaCO_3$ ). Hasil penelitian terbaik diperoleh dengan penambahan disodium phosphate ( $Na_2HPO_4$ ) : 3 gram/Liter larutan garam jenuh dan barium karbonat ( $BaCO_3$ ). : 3 gram/Liter larutan garam jenuh. Kualitas produk garam yang dihasilkan, NaCl : 89,6 %,  $MgSO_4$  : 0,01 %,  $CaSO_4$  : 0,005 %,  $MgCl_2$  : 0,005 %, dan Air : 10,3 %.*

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu Negara dengan luas lautan mencapai 2/3 dari luas Negara, dan Laut yang ada dimanfaatkan untuk menghasilkan produk GARAM oleh beberapa masyarakat petani garam. Proses produksi garam dari air laut, dilakukan melalui proses penguapan (evaporasi) air laut pada lahan-lahan yang tersusun berbagai tingkatan. Air laut yang berada dalam lahan-lahan penggaraman selanjutnya mengalami proses penguapan (evaporasi) akibat panas yang bersumber dari sinar matahari. Pada kondisi tertentu yaitu pada berat jenis air laut telah mencapai 1,2185 atau sekitar 26°Be garam dipanen. Garam yang dihasilkan disebut garam rakyat, kualitas garam rakyat yang dihasilkan oleh petani garam memiliki konsentrasi NaCl berkisar 80-85%, garam ini selanjutnya dilakukan pengolahan untuk meningkatkan konsentrasi NaCl. Peningkatan kualitas garam rakyat dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu metode pencucian dengan larutan garam jenuh dan metode rekristalisasi.

### 2. LANDASAN TEORI

#### 1. KUALITAS GARAM RAKYAT

Berdasarkan proses produksi garam, kualitas garam rakyat yang dihasilkan oleh petani-petani garam memiliki konsentrasi NaCl berkisar 80-85% dan sisanya merupakan impurities-impuritis yang terdiri dari magnesium chlorida ( $MgCl_2$ ), magnesium sulfat ( $MgSO_4$ ), kalsium chloride ( $CaCl_2$ ), kalsium sulfat ( $CaSO_4$ ) dan kalium chlorida (KCl) serta kandungan air.

#### 2. PENINGKATAN KUALITAS GARAM

Peningkatan kualitas garam rakyat bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi NaCl pada produk garam, sehingga garam tersebut dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan baik untuk kegiatan industry maupun kebutuhan masyarakat umum. Peningkatan kualitas garam rakyat dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu metode Pencucian Dengan Larutan Jenuh dan Rekristalisasi.

##### **a. Metode pencucian dengan larutan garam jenuh**

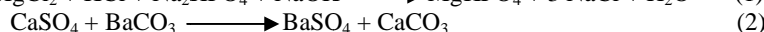
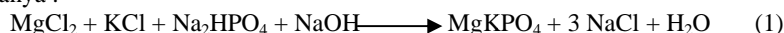
Peningkatan kualitas garam rakyat dengan metode pencucian mempergunakan larutan garam jenuh telah banyak dilakukan di berbagai industry. Pada proses ini garam rakyat dicuci secara langsung dengan mempergunakan larutan garam jenuh yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran, menurunkan konsentrasi impurities-impurities magnesium chlorida ( $\text{MgCl}_2$ ), magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ), kalsium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) dan kalium chlorida ( $\text{KCl}$ ). Kelemahan pada proses ini adalah kotoran impurities yang terletak pada bagian dalam garam tidak dapat dihilangkan sehingga kualitas garam masih rendah dengan kadar  $\text{NaCl} < 85 \%$ .

**b. Metode rekristalisasi**

Peningkatan kualitas garam rakyat dengan metode rekristalisasi dilakukan dengan melarutkan garam rakyat dengan air, selanjutnya dilakukan pemurnian untuk mengikat impurities-impurities magnesium chlorida ( $\text{MgCl}_2$ ), magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ), kalsium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) dan kalium chlorida ( $\text{KCl}$ ), setelah dilakukan pemurnian selanjutnya dilakukan proses kristalisasi kembali atau disebut “Rekristalisasi”. Konsep pemurnian garam dengan rekristalisasi ini sudah cukup banyak dilakukan penelitian yang berfokus pada pemisahan impurities-impuritiesnya. Beberapa penelitian yang telah dilakukan seperti penambahan bahan kimia kombinasi natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dengan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dengan kalsium hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dengan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) serta proses pertukaran ion. Pada penelitian tersebut dihasilkan produk samping berupa padatan yang mengandung magnesium dan kalsium dan barium sulfat. Limbah ini belum dapat dimanfaatkan. Pada penelitian yang diusulkan ini, bahan kimia yang ditambahkan adalah disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ). Dengan bahan ini diharapkan produk samping yang dihasilkan mengandung phosphate, kalium, magnesium dan sedikit sulfat yang nantinya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk multinutrien.

**c. Reaksi kimia pada metode rekristalisasi**

Peningkatan kualitas garam dengan metode rekristalisasi mempergunakan bahan kimia kombinasi disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) akan terjadi beberapa reaksi diantaranya :



Berdasarkan kedua reaksi tersebut, dapat diketahui bahwa reaksi (1) berfungsi untuk mengikat ion  $\text{Mg}$  dan  $\text{K}$ , sedangkan pada reaksi (2) berfungsi untuk mengikat ion  $\text{SO}_4$  dan  $\text{Ca}$  yang terkandung dalam garam rakyat.

### 3. FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH PENINGKATAN KUALITAS GARAM DENGAN METODE REKRISTALISASI.

Berbagai faktor yang perlu diperhatikan dalam peningkatan kualitas garam dengan metode rekristalisasi diantaranya :

- Kelarutan Garam*, kelarutan garam memegang peranan penting dalam peningkatan kualitas garam dengan metode rekristalisasi, semakin kecil kelarutan garam, maka akan meningkatkan biaya kristalisasi. Kelarutan garam yang terbaik berada pada tingkat kelarutan jenuhnya.
- Pemilihan Jenis Bahan Kimia Pengikat Impurities*, Jenis bahan kimia yang dipergunakan untuk mengikat impurities berpengaruh terhadap jenis bahan yang terendapkan atau jenis endapan yang dihasilkan. Bahan kimia yang berbeda akan menghasilkan sifat padatan yang dihasilkan. Diusahakan memilih bahan kimia yang dapat mengikat impurities dan padatan yang dihasilkan dapat dimanfaatkan.
- Waktu dan Kecepatan Pengadukan*, Pada operasional dengan mempergunakan Tangki Berpengaduk, waktu dan kecepatan pengadukan akan mempengaruhi tingkat pengikatan impurities. Semakin lama waktu pengadukan akan meningkatkan pengikatan impurities (reaksi) dan pada waktu tertentu akan stabil (konstan). Kecepatan putaran pengaduk juga berpengaruh, semakin besar kecepatan pengadukan akan meningkatkan pengikatan impurities (reaksi) tetapi jika terlalu cepat ukuran padatan yang dihasilkan berukuran kecil dan dapat menghambat proses filtrasi.
- Konsentrasi Bahan Kimia Pengikat Impurities*, Konsentrasi bahan kimia yang dipergunakan untuk mengikat impurities berpengaruh terhadap jumlah impurities yang terikat, semakin besar konsentrasi semakin besar impurities yang terikat, jika konsentrasi bahan pengikat terlalu besar berpengaruh terhadap kualitas garam yang dihasilkan. Penentuan konsentrasi bahan pengikat dapat dihitung

berdasarkan konsentrasi impurities dan kebutuhan bahan kimia ditentukan berdasarkan stoikiometri reaksi yang terjadi.

#### 4. METODE PENELITIAN

Penelitian peningkatan kualitas garam dengan metode rekristalisasi dilakukan dengan teknologi tangki berpengaduk atau “Jar-Test” dan bahan kimia yang dipergunakan adalah disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ).



Mekanisme penelitian meliputi :

- Analisis kualitas produk garam rakyat, analisis meliputi konsentrasi  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  dan kadar air
- Pelarutan garam rakyat pada tingkat kelarutannya yaitu yaitu 34-35 gram/100 ml air atau 340 gram dalam 1 (satu) liter air.
- Larutan garam tersebut dilakukan filtrasi untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terkandung dalam garam
- Filtrat yang diperoleh ditambah larutan disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dengan variasi : 1, 2, 3, dan 4 gram dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) dengan variasi : 1, 3, dan 5 gram.
- Lakukan pengadukan dengan kecepatan putaran pengaduk 100 rpm dan waktu pengadukan 30 menit.
- Hasil reaksi dilakukan proses filtrasi untuk menisahkan padatan yang terbentuk, dikeringkan. Padatan ini merupakan pupuk multinutrien
- Filtrat yang dihasilkan dilakukan proses kristalisasi, kristal yang terbentuk dilakukan analisis untuk mengetahui konsentrasi  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  dan kadar air
- Analisis hasil penelitian

#### 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berbagai hasil yang diperoleh dalam penelitian ini diantaranya :

##### a. Kualitas Garam Rakyat

Berdasarkan analisis, dapat diketahui kualitas garam rakyat hasil petani garam seperti yang tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1. Kualitas garam rakyat

Komponen	Konsentrasi (% berat)	Komponen	Konsentrasi (% berat)
$\text{NaCl}$	82,36	$\text{CaCl}_2$	1,64
$\text{MgCl}_2$	1,42	$\text{KCl}$	0,12
$\text{MgSO}_4$	2,05	$\text{H}_2\text{O}$	10,30
$\text{CaSO}_4$	2,11		

Berdasarkan data tersebut diatas, impuritis-impuritis terbesar hingga terkecil yang terkandung dalam garam rakyat yaitu  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  dan  $\text{KCl}$ .

- Pengaruh Penambahan disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) seperti tercantum dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penelitian Pemurnian Garam Rakyat.

Berat $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ per liter larutan garam	Berat $\text{BaCO}_3$ per liter larutan garam	Berat produk garam (gram)	Kualitas Garam (% berat)				
			NaCl	$\text{CaSO}_4$	$\text{MgSO}_4$	$\text{MgCl}_2$	$\text{H}_2\text{O}$
1	1	330	88,6	0,05	0,03	0,03	11,2
	3	328	88,9	0,04	0,03	0,02	10,9
	5	326	89,0	0,03	0,03	0,02	10,7
2	1	326	89,0	0,03	0,02	0,01	10,8
	3	323	89,2	0,02	0,01	0,01	10,7
	5	320	89,3	0,02	0,01	0,01	10,5
3	1	322	89,4	0,02	0,01	0,01	10,5
	3	320	89,6	0,01	0,005	0,005	10,3
	5	315	89,6	0,01	0,01	0,01	10,3
4	1	334	89,4	0,02	0,01	0,01	10,5
	3	329	89,4	0,02	0,01	0,01	10,5
	5	315	89,5	0,02	0,01	0,01	10,4

Berdasarkan data hasil penelitian yang tercantum dalam tabel 2 tersebut diatas diketahui bahwa pada semakin besar penambahan disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) jumlah garam yang dihasilkan semakin kecil, ini menunjukkan semakin banyak impurities bereaksi dengan disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) membentuk padatan. Jumlah garam yang diperoleh rata-rata 323,9 gram dari 340 gram garam rakyat. Semakin besar disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) kualitas garam yang dihasilkan semakin baik terutama kadar NaClnya naik tetapi jika terlalu besar penambahannya kadar NaCl nya mengalami penurunan meskipun konsentrasi impuritisnya turun, hal ini disebabkan karena penambahan disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) yang berlebih, kelebihan ini tidak membentuk padatan melainkan terlarut dan membentuk kristal pada proses kristalisasi.

## 6. KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini :

1. Kualitas garam rakyat yaitu NaCl : 82,36 % ;  $\text{CaSO}_4$  : 2,11 % ;  $\text{MgSO}_4$  : 2,05 % ;  $\text{CaCl}_2$  : 1,64 % ;  $\text{MgCl}_2$  : 1,42 % ; KCl : 0,12 % dan Air : 10,30 %.
2. Kualitas produk garam terbaik : NaCl : 89,6 % ;  $\text{CaSO}_4$  : 0,01 % ;  $\text{MgSO}_4$  : 0,05 % ;  $\text{MgCl}_2$  : 0,05 % ; dan Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) : 10,3 % . Pada penambahan disodium phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) : 3 gram dan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) : 3 gram dihasilkan, NaCl : 89,6 % ,  $\text{MgSO}_4$  : 0,01 % ,  $\text{CaSO}_4$  : 0,005 % ,  $\text{MgCl}_2$  : 0,005 % , dan Air : 10,3 % .
3. Berat garam yang diperoleh (yield) : 93% atau kehilangannya mencapai 7% % dari berat garam awal
4. Pada metode rekristalisasi pada temperature penguapan air, kadar air dalam garam tidak mengalami perubahan.

## DAFTAR PUSATAKA

- Atashi.H, et al (2010), “*Recovery of Magnesium Chloride from Resulting Potash Unit Concentrate Case Study: Iran Great Desert Brine*”, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, vol 4, no 10, pp : 4766-4771
- Hassan, A.M, et al, (2004), “*A New Approach to Membrane and Thermal Seawater Desalination Processes Using Nanofiltration Membranes*” International Desalination & Water Reuse Quarterly, Vol. 8/1, p.53-59
- Attique Ur Rahman, Amjad Islam, and Mahmud Akhyar Farrukh, (2010), “*Preparation of Analytical Grade Sodium Chloride From Khewra Rock Salt*”, World Applied Sciences Journal, 9 (11), 1223-1227.
- Bahrudin, Zulfansyah, Aman, Ilyas Arin, dan Nurfatihayati, (2003), “*Penentuan Rasio Ca/Mg Optimum pada Proses Pemurnian Garam Dapur*”, Jurnal Natur Indonesia 6(1): 16-19, ISSN 1410-9379



- David A et al, (2004), *“The Impact of Ion Exchange Process on Subsurface Brine Transport as Observed on Piper Diagrams”*, Ground Water Journal, vol 34, no 3, 532-544.
- Dina Lesdantina dan Istikomah, *“Pemurnian NaCl Dengan Menggunakan Natrium Karbonat”*, [http://eprints.undip.ac.id/1337/1/paper\\_isti\\_mahda\\_pdf.pdf](http://eprints.undip.ac.id/1337/1/paper_isti_mahda_pdf.pdf)
- Dini Purbani, *“Proses Pembentukan Kristal Garam”*, <http://www.oocities.org/trisaktigeology84/Garam.pdf>
- E. Drioli and D. R. Paul, (2007), *“New Trends and Technologies for Membrane Desalination”*, Ind. Eng. Chem. Res. 2007, 46, 2235
- Fernando Lozano J A and Lerida Sanvicente (2005) *” Multinutrient Phosphate-Base Fertilizer From Seawater Bitterns”* Journal Of Intercience.
- Fernando Lozano J A, (1996) *”Fabrication of Multinutrient Phosphate-Base Fertilizer From Seawater and Monocalcium phosphate”* Proc. I ChemE Research Event, University of Leeds, UK. Vol 2, 850-859
- Fernando Lozano J A and Manili A, (2000) *”A Fertilizer from Bittern, Phosphoric Acid and Amonia”*, Word SALT Symposium. The Netherlands, Vol 1, 589-593..
- Larty R. B, (2005), *“Recovery of Useful Chemicals From Local Salt Bittern”*, Journal of Applied Science and Technology”, vol 2, No, 1 and 2, pp 77-84
- Liat Birnhack and Ori Lahav, (2007), *“A new post-treatment process for attaining Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> and alkalinity criteria in desalinated water”*, Water Research vol 41, pp 3989 – 3997
- Lustika Permanikasari dan Wanti Andriyani, *“Pemurnian Larutan Garam (Brine) dari Impuritas Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> dengan Penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan NaOH”*, [http://eprints.undip.ac.id/3864/1/makalah\\_penelitian\\_Lustika-Wanti.pdf](http://eprints.undip.ac.id/3864/1/makalah_penelitian_Lustika-Wanti.pdf)
- Mahdi Ali, *“Upaya Peningkatan Produksi dan Kualitas Garam Nasional”*, Divisi Pengembangan Produk PT. Garam (Persero), Surabaya
- Nelson Saksono, (2002), *“Studi Pengaruh Proses Pencucian Garam Terhadap Komposisi dan Stabilitas Yodium Garam Konsumsi”*, Jurnal Makara Teknologi, vol 6 no 1.
- Robert A Berner, (2004), *“A Model For Calcium, Magnesium, and Sulfate In Seawater Water Over Phanerozoic Time”*, American Journal of Science, Vol. 304, P. 438–453
- Sevidy V.M, (2009), *“Environmental Balance of Salt Production Speaks In Favour of Salar Saltworks”*, Global NEST Journal, Vol 11, No 1, pp 41-48
- Sevidy V.M, (2006), *“ Upgrading and Refining of Salt for Chemical and Human Consumption”*, Salt Partners, Zurich, Switzerland
- S Mishra, PK Ghosh, MR Gandhi, AM Bhatt and SA Chauhan, *“Removal of Ca<sup>2+</sup> impurities from brine by marine cyanobacteria from Gujarat coast of India for the production of Industrial grade salt”*, <http://www.formatex.info/microbiology2/1241-1248.pdf>
- Triastuti Sulistyaningsih, Warlan Sugiyo, dan Sri Mantini Rahayu Sedyawati, *“Pemurnian Garam Dapur Melalui Metode Kristalisasi Air Tua Dengan Bahan Pengikat Pengotor Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·NaHCO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>”* [journal.unnes.ac.id/index.php/sainteknol/article/download/335/319](http://journal.unnes.ac.id/index.php/sainteknol/article/download/335/319)
- Vita Ageng Mayasari dan Riansyah Lukman, *“Studi Peningkatan Garam Dengan Pencucian”*, ITS-Undergraduate-10536-Paper
- Warlan Sugiyo, Jumaeri, dan Cepi Kurniawan, *“Perbandingan Penggunaan NaOH-NaH Dengan NaOH-Na<sub>2</sub> Sebagai Bahan Pengikat Impurities Pada Pemurnian Garam Rakyat”*, Universitas Negeri Surabaya



- 
- Widayat, (2009), “***Production Industry Salt With Sedimentation-Microfiltration Process : Optimazation of Temperature and Concentration By Using Surface Response Methodology***”, Journal *TEKNIK* – Vol. 30 No. 1, ISSN 0852-1697
- Zhiling. L and Guangyu. Y, (2009), “***The Promotion of Sal Quality Through Optimizing Brine Concentration a New Technique “Bidirectional Brine Concentration”***” Global NEST Journal, Vol 11, No 1, pp 58-63
- Zhihui Yu et al, (2009), “***Removal of Ca(II) and Mg(II) From Potassium Chromate Solution on Amberlite IRC 748 synthetic Resin by Ion Exchange***” Journal of Hazardous Materials, Vol 167, pp 406-412